

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05045014  
PUBLICATION DATE : 23-02-93

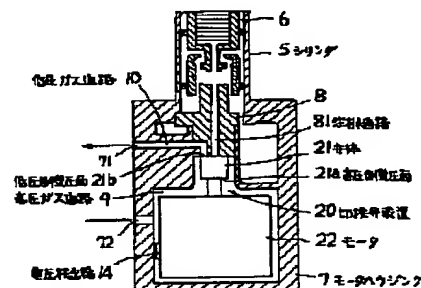
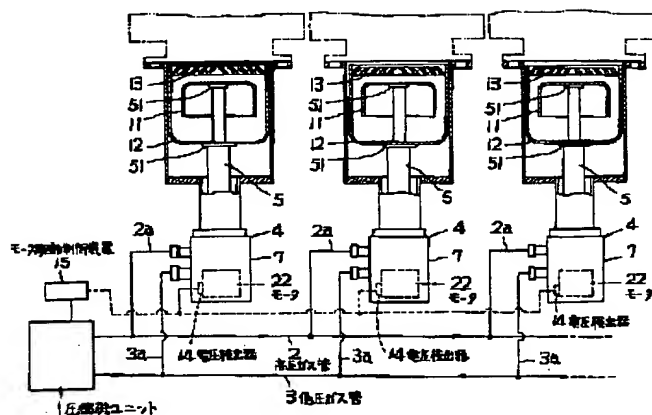
APPLICATION DATE : 08-08-91  
APPLICATION NUMBER : 03199332

APPLICANT : DAIKIN IND LTD;

INVENTOR : MORISHITA HIROYUKI;

INT.CL. : F25B 9/06

TITLE : MULTI-TYPE CRYOGENIC FREEZER  
DEVICE



**BEST AVAILABLE COPY**

**ABSTRACT :** PURPOSE: To enable an operating differential pressure of a plurality of expansion machines to be maximum, enable a freezing capability of each of the expansion machines to be made equal and at the same time to enable a freezing capability of each of the expansion machines to be improved.

CONSTITUTION: To one compressor device 1 are connected a plurality of cryogenic expansion machines 4 comprising a changing-over valve device 20 having a valve body 21 for changing-over a feeding of high pressure gas and a discharging of low pressure gas against a cylinder 5 alternatively to a high pressure gas passage 9 and a low pressure gas passage 10, and synchronous motors 22 for use in driving the valve body 21. A voltage sensor 14 for detecting a voltage at the time of driving the motor 22 and a motor driving control device 15 for controlling a starting or a stopping timing of each of the motors 22 are provided so as to enable an operating differential pressure increasing in inverse proportion to a reduction in voltage to be maximum to become a maximum value and further to enable a freezing capability of each of the expansion machines to be made equal to each other and further to enable a freezing capability of each of the expansion machines to be improved.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-45014

(43) 公開日 平成5年(1993)2月23日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

F 2 5 B 9/06

識別記号

庁内整理番号

A 9033-3L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全8頁)

(21) 出願番号 特願平3-199332

(22) 出願日 平成3年(1991)8月8日

(71) 出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(72) 発明者 鳥居 宏 年

大阪府堺市築港新町3丁目2番地 ダイキン

工業株式会社堺製作所臨海工場内

(72) 発明者 森下 弘之

大阪府堺市築港新町3丁目2番地 ダイキン

工業株式会社堺製作所臨海工場内

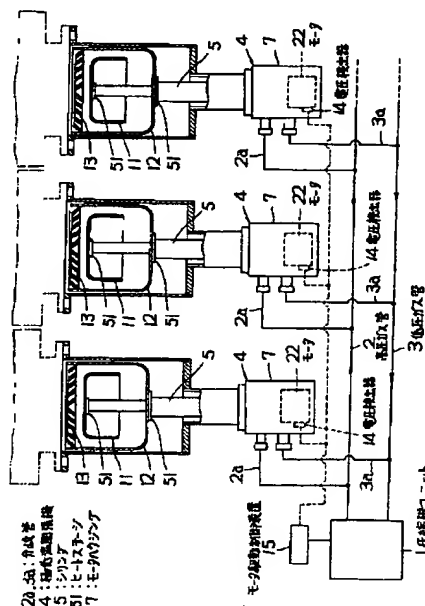
(74) 代理人 弁理士 津田 直久

(54) 【発明の名称】 マルチ形極低温冷凍機

(57) 【要約】

【目的】 複数の膨張機の運転差圧を最大にできて、各膨張機の冷凍能力を同等化できると共に、各膨張機の冷凍能力を向上できるようにすること。

【構成】 1台の圧縮機ユニット1に、シリンダ5に対し高圧ガスの導入と低圧ガスの排出とを行なう注排通路81を高圧ガス通路9と低圧ガス通路10とに交互に切換える弁体21と、該弁体21を駆動する同期形モータ22とから成る切換弁装置20を内装した複数の極低温膨張機4を接続する。前記モータ22の駆動時における電圧を検出する電圧検出器14と、前記各モータ22の発停タイミングを、前記各モータ22の電圧が最小値となるように制御するモータ駆動制御装置15とを設けて、前記電圧の減少に反比例して増大する運転差圧を最大にできるようにし、各膨張機の冷凍能力を同等化できると共に、各膨張機の冷凍能力を向上できるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】圧縮機ユニット1から延びる高圧ガス管2と低圧ガス管3との間に、各分岐管2a、3aを介して複数の極低温膨張機4を並列に接続すると共に、前記各膨張機4は、ヒートステージ51をもつシリンダ5とモータハウジング7を備え、該モータハウジング7に、高圧側受圧面21aと低圧側受圧面21bとをもち、前記シリンダ5に対し高圧ガスの導入と低圧ガスの排出とを行なう注排通路81を、高圧ガス通路9と低圧ガス通路10とに交互に切換える弁体21と、該弁体21を駆動する同期形モータ22とから成る切換弁装置20を内装したマルチ形極低温冷凍機において、前記モータ22の駆動時における電圧を検出する電圧検出器14を設けると共に、前記各膨張機4における前記各モータ22の発停タイミングを、前記各モータ22の電圧が最小値となるように制御するモータ駆動制御装置15を設けていることを特徴とするマルチ形極低温冷凍機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マルチ形極低温冷凍機、詳しくは、圧縮機ユニットから延びる高圧ガス管と低圧ガス管との間に、各分岐管を介して複数の極低温膨張機を並列に接続して成るマルチ形極低温冷凍機に関する。

## 【0002】

【従来技術】従来、マルチ形極低温冷凍機は、特開平2-38795号公報に示されているようにすでに提案されている。この冷凍機は、図11に示したように、圧縮機をもった1台の圧縮機ユニットAと、2台の極低温膨張機Bとを備え、これら各膨張機Bを、前記圧縮機ユニットAから延びる高圧ガス管Cと低圧ガス管Dとにそれぞれ高圧側分岐管E、低圧側分岐管Fを介して並列に接続し、1台の圧縮機ユニットAから各膨張機Bに高圧ガスを分配して供給すると共に、各膨張機Bから排出された低圧ガスを前記圧縮機ユニットAに戻して循環させるようにしている。また、前記各膨張機Bは、高圧ガスの導入と低圧ガスの排出とを行なう注排通路（図示せず）と、この注排通路を高圧ガス通路と低圧ガス通路とに交互に切換える弁体及び該弁体を駆動する同期形モータとをもった切換弁装置（図示せず）と、高圧ガスの導入と低圧ガスの排出とにより往復動するディスプレイサ（図示せず）とを備えている。

【0003】そして、これら各膨張機Bは、図10(a)(b)に示すごとく前記各モータの発停により、高圧ガスを注入する注入行程と、膨張した低圧ガスを排出する排出行程とのサイクルで運転されるのであるが、前記各モータの発停タイミングを考慮しない場合は、図10(a)に示したように複数の膨張機における注入行程と排出行程とが交互に行われる運転と、図10(b)に示したように注入行程と排出行程とが同期したり、図

示していないが、図10(a)(b)の中間の状態で運転されることになる。

【0004】一方、1台の圧縮機ユニットAを用いて複数の膨張機Bを運転する場合、これら各膨張機Bにおいて注入が同時に行われる運転においては、前記圧縮機ユニットAから吐出される高圧ガスが、前記各膨張機Bに分配されることになり、この結果、各膨張機Bへの高圧ガス流量が減少することになるから、各膨張機Bでの注入行程がずれている場合に比較して膨張機Bにおける運転差圧、つまり高低差圧が小さくなり、それだけ能力が小さくなるのである。

【0005】即ち、図10(a)のように各モータの発停タイミングが半サイクルずれて、1台の圧縮機ユニットAからの高圧ガスが各膨張機Bに交互に供給されると、膨張機B側での高圧ガスと低圧ガスとの差による運転差圧 $\Delta P$ が最大となり、この運転差圧と比例する冷凍能力を最大にできるのであり、また、図10(b)のように各モータの発停タイミングが同期して、1台の圧縮機ユニットAからの高圧ガスが分配されて各膨張機Bに同時に供給されると、膨張機B側での高圧ガスと低圧ガスとの差による運転差圧 $\Delta P$ が最小となり、この運転差圧と比例する冷凍能力が最小になるのである。

【0006】そこで従来、前記した特開平2-38795号公報に示されているように（図12に記載）、前記各膨張機BのディスプレイサGに磁性体Hを設けると共に、前記ディスプレイサGを内装するシリンダJに、前記磁性体Hにより開閉動作する磁気近接スイッチKを設けて、この近接スイッチKと前記磁性体Hとから成るストローク検出器により前記ディスプレイサGの動作位置を検出して、前記弁体駆動用モータの発停タイミングを制御するようにしたものが提案されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】所が、この従来のマルチ形極低温冷凍機は、ディスプレイサGの動作位置を検出して弁体駆動用モータの発停タイミングを制御するものであるから、各膨張機の冷凍能力との関係で前記モータの発停タイミングにバラツキがあり、この発停タイミングを高精度に制御し難いのであって、各膨張機の冷凍能力を同等化できない問題があるし、また、前記各膨張機に容量差がある場合には前記発停タイミングの制御が困難である。しかも、前記センサーを前記ディスプレイサGとシリンダJとに組み込む必要があるから、このセンサーの組込みが非常に煩雑であり、コスト高となるのである。また、前記センサーは、磁性体を用いているから、磁場のある箇所では前記モータの発停タイミングを制御できない問題がある。

【0008】本発明は複数の膨張機を運転する場合、各膨張機における運転差圧の増加によって弁体駆動用モータの負荷トルクが増大し、逆に前記モータにおける端子間電圧が低下すること、つまり、端子間電圧を検出する

ことにより運転差圧が検出できることに着目し、端子間電圧を最小にし、運転差圧、つまり運転差圧に比例する能力が最大になるようにしたものであって、目的は、各膨張機のモータ駆動時における電圧を検出し、この検出値に基づいて前記モータの発停タイミングを制御して、各モータの電圧が最小となるように制御することにより、各膨張機における冷凍能力を向上できるようにする点にある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明では、圧縮機ユニット1から延びる高压ガス管2と低压ガス管3との間に、各分岐管2a、3aを介して複数の極低温膨張機4を並列に接続すると共に、前記各膨張機4は、ヒートステージ51をもつシリンダ5とモータハウジング7を備え、該モータハウジング7に、高压側受圧面21aと低压側受圧面21bとをもち、前記シリンダ5に対し高压ガスの導入と低压ガスの排出とを行なう注排通路81を、高压ガス通路9と低压ガス通路10とに交互に切換える弁体21と、該弁体21を駆動する同期形モータ22とから成る切換弁装置20を内装したマルチ形極低温冷凍機において、前記モータ22の駆動時における電圧を検出する電圧検出器14を設けると共に、前記各膨張機4における前記各モータ22の発停タイミングを、前記各モータ22の電圧が最小値となるように制御するモータ駆動制御装置15を設けたのである。

【0010】

【作用】 前記各膨張機4における弁体21の高压側受圧面21aには高压ガス通路9内の高压ガス圧力が作用し、低压側受圧面21bにはシリンダ5内の低压ガスを低压ガス通路10に排出するときの低压ガス圧力が作用して、これら高压、低压の差による運転差圧により前記弁体21は注排通路81側に押しつけられているから、この弁体21を駆動する前記各モータ22の負荷トルクは、図6に示すごとく運転差圧、つまり高低差圧の増大に比例して負荷トルクが増大することになり、逆に前記各膨張機4における前記各モータ22の端子間電圧は、図7に示すように前記モータの負荷トルクの増大に反比例して減少することになり、前記端子間電圧は、図8のように運転差圧の増大に反比例して減少するのである。従って、前記端子間電圧を検出することにより運転差圧、つまり能力が検出できるのである。

【0011】 しかして、複数台の膨張機を運転するとき、その各膨張機におけるモータ22の電圧を電圧検出器14により検出し、この検出値に基づいてモータ駆動制御装置15により、各モータ22の発停タイミングを制御し、各モータ22の電圧が最小値となるように制御できるのであるから、それぞれの膨張機を最大の運転差圧で運転することができるのであって、各膨張機の冷凍能力を向上できるし、また、各膨張機の能力を同等化できると共

に、圧力脈動も低減できるのである。また、容量の異なる膨張機を用いる場合でも、ガス分配を最適にできるし、また、モータの電圧を検出して前記モータの発停タイミングを制御するのであるから、つまり従来例のように磁性体と近接スイッチとを用いて制御するものでないから、磁場のある箇所であってもモータの発停タイミングを支障なく制御できるのである。

【0012】

【実施例】 図1に示した実施例では、圧縮機をもった1台の圧縮機ユニット1から延びる1本の高压ガス管2と1本の低压ガス管3とに、3本の高压側分岐管2aと3本の低压側分岐管3aとを介してクライオポンプヘッドとして使用する3台の極低温膨張機4を並列に接続し、前記圧縮機ユニット1から各膨張機4に高压ガスを分配して供給すると共に、各膨張機4から排出された低压ガスを前記圧縮機ユニット1に戻して循環させるようにしている。

【0013】 また、前記各膨張機4は、図1、図2に示すごとく端部と中間部とにヒートステージ51を備え、高压ガスの導入と低压ガスの排出とで往復動するディスプレーサ6を内装したシリンダ5と、前記各分岐管2a、3aの接続口71、72をもち、前記各シリンダ5に連結するモータハウジング7とを備え、このモータハウジング7内に、前記各接続口71、72と連通して前記シリンダ5に対し高压ガスの導入と低压ガスの排出とを行う注排通路81をもった通路ブロック8と、高压側受圧面21aと低压側受圧面21bとをもち、前記注排通路81を前記接続口71に連通する高压ガス通路9と前記接続口72に連通する低压ガス通路10とに交互に切換える弁体21と、該弁体21を駆動する同期形モータ22とから成る切換弁装置20を配設し、前記各モータ22の発停制御により前記各弁体21を開閉制御し、前記注排通路81を高压ガス通路9に連通させることにより、前記高压ガス管2から各シリンダ5内に高压ガスを導入して、前記ディスプレーサ6を復動させたり、また、前記注排通路81を低压ガス通路10と連通させることにより、前記ディスプレーサ6を往動させ、前記各シリンダ5内のガスを膨張させ、この膨張後の低压ガスが前記低压ガス通路10に排出させ、これら高压ガスの導入と排出との繰り返しにより前記ヒートステージ51に極低温を得るようにしている。

【0014】 また、前記各膨張機4における弁体21の高压側受圧面21aには高压ガス通路9内の高压ガス圧力が作用し、低压側受圧面21bにはシリンダ5内の低压ガスを低压ガス通路10に排出するときの低压ガス圧力が作用して、これら高压、低压の差による運転差圧により前記弁体21は通路ブロック8に押しつけられているから、この弁体21を駆動する前記各モータ22の負荷トルクは、図6に示すごとく前記運転差圧の増大に比例して増大することになり、又、前記各膨張機4にお

ける前記各モータ22の端子間電圧は、図7に示すように前記モータの負荷トルクの増大に反比例して減少することになる。因って図6及び図7により運転差圧と端子間電圧とは、図8のように運転差圧の増大に端子間電圧が反比例する関係になる。

【0015】即ち、前記各膨張機4における前記同期形モータ22は、シンクロサモータなどの三相同期形モータを用いて、その第1端子aをR相電源に、第2端子bをS相電源にそれぞれ接続すると共に、前記第1端子a回路に、抵抗とコンデンサとを備えたRC回路を接続し、このRC回路を第3端子cに接続しているのであって、前記第1端子aと第3端子cとの端子間電圧 $V_1$ 及び前記第2端子bと第3端子cとの端子間電圧 $V_2$ は図8のように運転差圧の増大に反比例することになる。

【0016】尚、図1において11は前記各シリンダ5の端部側ヒートステージ51に取付けたヒートパネル、12は前記各シリンダ5の中間部側ヒートステージ51に取付けたヒートシールド、13は前記各ヒートシールド12に取付けたバッフルである。

【0017】しかし、本発明は、以上のごとく構成するマルチ形極低温冷凍機において、前記各モータ22における前記端子間電圧 $V_1$ 、 $V_2$ の何れか一方を検出する電圧検出器14を設けると共に、前記各膨張機4における前記各モータ22の発停タイミングを、前記各モータ22の端子間電圧 $V_1$ が最小値となるように制御するモータ駆動制御装置15を設けたのである。

【0018】図1及び図3に示した実施例における前記モータ駆動制御装置15は、前記各膨張機4の全台数を運転した場合におけるモータの端子間電圧 $V_1$ が最小となる目標最小値 $V(i)$ を演算して設定する演算部と、前記目標最小値 $V(i)$ を記憶させる記憶部を備え、各膨張機4におけるモータの端子間電圧 $V_1$ が前記目標最小値 $V(i)$ となるように各モータ22の発停タイミングを制御するように成すのである。即ち、膨張機4を図1のように3台接続する場合、これら全台数を運転した場合における前記各モータの端子間電圧が最小となる目標最小値 $V(i)$ を予め設定し、先ず基準となる特定の膨張機4を運転している状態で、2台目の膨張機4を運転する場合、この膨張機4におけるモータを、目標最小値 $V(i)$ の制約をもとに制御するのであり、更に3台目の膨張機4を運転する場合、その直前に運転する2台目の前記膨張機4を基準に目標最小値 $V(i)$ の制約のもとに、該膨張機4におけるモータを制御するのである。

【0019】次に以上のごとく3台の極低温膨張機4を備えた冷凍機の作動を、図4に示したフローチャートに基づいて説明する。

【0020】先ず、予めスタートに先立って膨張機4の接続台数Nに応じ、その全ての膨張機4を運転した場合におけるモータ22の端子間電圧 $V_1$ が最小となる目標

最小値 $V(i)$ を初期設定するのである。

【0021】ステップS1で、基準となる1台目の膨張機(N0.1)のN0.1モータ22を起動すると共に、このモータ22が起動したときの運転台数1を1とする。

【0022】そして、ステップS2では、前記モータの運転台数1が接続台数以上か否かが判断され、N0の場合、つまり運転台数1が1台の場合には、ステップS3に移り、2台目の膨張機4のモータを運転するに先立ち、運転台数1が2となるように設定し、然る後ステップS4において、2台目の膨張機におけるモータ22(N0.2)を起動する。

【0023】そして、ステップS5において、2台目膨張機におけるN0.2モータ22の端子間電圧 $V_1$ が検出され、この電圧 $V_1$ がステップS6において、予め設定した目標最小値 $V(i)$ と比較される。

【0024】この比較において、前記電圧 $V_1$ が目標最小値 $V(i)$ 以下の場合、1台目膨張機4のN0.1モータ22における発停タイミングと2台目膨張機4のN0.2モータ22における発停タイミングとが適正ずれで行われることになるから、2台目膨張機のN0.2モータの運転は継続され、ステップS2に戻り、このステップS2を経てステップS3に移り、このステップS3で3台目の膨張機4のN0.3モータを運転するに先立ち、運転台数1が3になるように設定し、ステップS4で3台目の膨張機におけるN0.3モータ22を起動するのである。この場合も前記同様、ステップS5においてN0.3モータの端子間電圧 $V_1$ が検出され、ステップS6において予め設定した目標最小値 $V(i)$ と比較される。

【0025】そして、この比較において前記電圧 $V_1$ が目標最小値 $V(i)$ 以下の場合、N0.3モータの運転は継続され、ステップS2に戻る。

【0026】この場合、運転台数1は3となり、接続台数Nと等しくなるから、ステップS2においてリターンされ、各モータの運転が継続されるのである。

【0027】また一方、前記ステップS6の比較において、前記N0.2モータ22における端子間電圧 $V_1$ の検出値が前記目標最小値 $V(i)$ を越えている場合は、ステップS7で前記モータ駆動制御装置15によりN0.2モータ22を一旦止める。そして、ステップS8でタイマがT秒間セットされて計時を開始し、ステップS9において前記タイマがタイムアップしたか否かを判定して、タイムアップしていない場合は計時を継続し、また、タイムアップすればステップS5に戻り、前記ステップS6においてN0.2モータの端子間電圧 $V_1$ の検出値が目標最小値 $V(i)$ と再び比較され、目標最小値 $V(i)$ 以下であれば、前記ステップS2に戻り、ステップS4においてN0.2モータが再起動され、ステップS6での判定が繰り返される。

【0028】また、前記ステップS6において、前記N0.3モータ22における端子間電圧V<sub>1</sub>の検出値が前記目標最小値V(i)を越えている場合もN0.2モータの場合と同様ステップS7～ステップS9及びステップS5、ステップS6の制御が行われ、N0.3モータ22の端子間電圧V<sub>1</sub>の検出値が、前記目標最小値V(i)以下になった後、ステップS2に戻り、ステップS4においてN0.3モータ22が再起動され、ステップS6での判定が繰り返される。従って、以上の制御によりN0.2及びN0.3モータ22は、3台接続の場合における最小の端子間電圧に制御され、各膨張機4においては、最大の運転差圧で運転される。

【0029】尚、前記ステップS9においてタイマで計時する場合、前記各モータ22の定格周波数50Hz、60Hzに対応した最適な時間を予め設定するのである。

【0030】以上のごとく3台の膨張機4におけるモータ22の発停タイミングを1/3サイクルずらして、3台運転時における端子間電圧V<sub>1</sub>が最小になるように制御することにより、各膨張機の運転差圧を最大にできるので、各膨張機4の冷凍能力を同等化できると共に、個々の冷凍能力を向上できるのであり、また、前記注排サイクルを1/3サイクルずらせることにより、各膨張機4における圧力脈動のパラツキを小さくできるのである。また、以上説明した実施例では、前記複数の膨張機を運転制御する方法として、目標最小値V(i)を設定し、この目標最小値V(i)をもとにN0.2及びN0.3モータ22の運転時期をずらすように制御したが、その他、図9に示したフローチャートのように制御してもよい。図9に示したフローチャートは、ステップS10において、先ず基準となる1台目の膨張機4のN0.1モータ22を起動し、ステップS11において2台目及び3台目の膨張機4のN0.2及びN0.3モータ22を、その発停タイミングが同期するように、換言すると、N0.2及びN0.3モータ22における端子間電圧V<sub>1</sub>が最大となるように起動するのである。

【0031】そして、ステップS12において、N0.2及びN0.3モータ22を停止した後、ステップS13においてN0.2モータ22を再起動する時間T<sub>1</sub>、例えば140秒と、N0.3モータ22を再起動する時間T<sub>2</sub>、例えば280秒とをセットするのである。

【0032】然る後ステップS14において、時間T<sub>1</sub>が経過したかどうか判断され、yesの場合にはステップS15でN0.2モータ22を再起動するのであり、また、ステップS16において時間T<sub>2</sub>が経過したかどうか判断され、yesの場合にはステップS17でN0.3モータ22を再起動するのである。

【0033】しかして、前記時間T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>は、端子間電圧V<sub>1</sub>が最小となる時間差、即ち、注排サイクルが例えばT秒の場合、N0.1モータ22に対し1/3サイ

クル遅れた時間差となるT<sub>1</sub>秒後にN0.2モータが再起動すると共に、N0.3モータ22をN0.1モータ22に対し2/3サイクル遅れた時間差となるT<sub>2</sub>秒後に再起動させるのであって、この起動調節により、これらN0.2及びN0.3モータ22の端子間電圧V<sub>1</sub>を最小値にできるのである。

【0034】しかして、この運転方法においても、3台の膨張機4におけるモータの発停タイミングを1/3サイクルずらして、3台運転時における端子間電圧V<sub>1</sub>を最小に制御できるのであるから、図5に示すごとく3台の各膨張機4における各モータ22による注排サイクルを1/3サイクルずらすことができるので、各膨張機4の運転差圧を最大にできるのである。

【0035】尚、以上説明した実施例では、前記各モータ22の駆動時における前記第1端子aと第3端子cとの端子間電圧V<sub>1</sub>を電圧検出器14で検出するようにしたが、その他、前記各モータ22の駆動時における前記第2端子bと第3端子cとの端子間電圧V<sub>2</sub>を検出してもよい。しかし、図7、図8のごとく端子間電圧V<sub>2</sub>よりも端子間電圧V<sub>1</sub>の変化量の方が大きいので、端子間電圧V<sub>1</sub>を検出するのが好ましい。

【0036】

【発明の効果】以上のごとく本発明は、弁体21を駆動する同期形モータ22の駆動時における電圧を検出する電圧検出器14を設けて、各モータ22の電圧を検出し、この検出値に基づいて前記各モータ22の発停タイミングを、各モータ22の電圧が最小値となるように制御し、この端子間電圧の減少に反比例して増大する運転差圧を最大にできるようにしたから、各膨張機の冷凍能力を向上できるし、また、各膨張機4の能力を同等化できると共に、圧力脈動も低減できるのである。また、容量の異なる膨張機を用いる場合でも、ガス分配を最適にできるし、また、モータの電圧を検出して前記モータの発停タイミングを制御するのであるから、つまり従来例のように磁性体と近接スイッチとを用いて制御するものではないから、磁場のある箇所であってもモータの発停タイミングを支障なく制御できるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明冷凍機の回路図である。

【図2】極低温膨張機の一部を省略した部分断面図である。

【図3】極低温膨張機のモータの電気回路図である。

【図4】フローチャートである。

【図5】3台の極低温膨張機を運転して、その運転差圧を最大にしたときのガスの注排サイクルを表す説明図である。

【図6】運転差圧と負荷トルクとの関係を示すグラフである。

【図7】負荷トルクと端子間電圧との関係を示すグラフである。

【図8】運転差圧と端子間電圧との関係を示すグラフである。

【図9】別のフローチャートである。

【図10】2台の極低温膨張機を運転して、その運転差圧を最大と最小にしたときのガスの注排サイクルを表す説明図である。

【図11】従来冷凍機の回路図である。

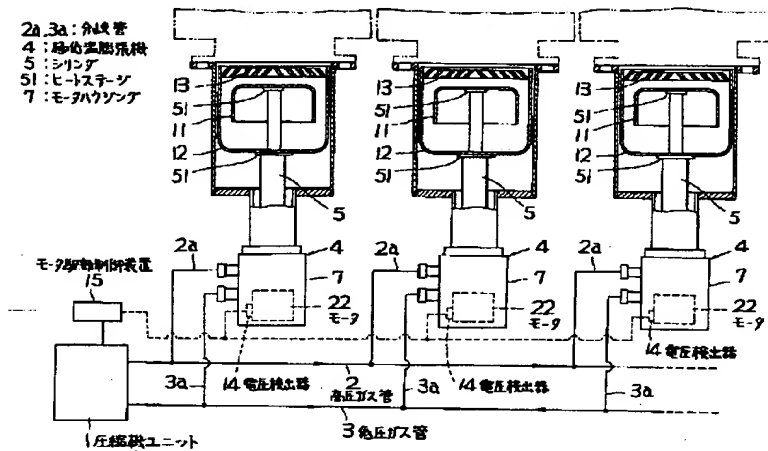
【図12】同従来冷凍機における極低温膨張機の一部を省略した部分断面図である。

【符号の説明】

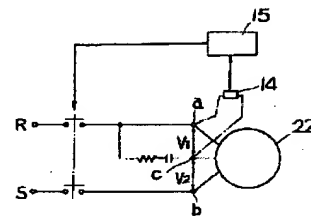
- 1 圧縮機ユニット  
2 高圧ガス管  
3 低圧ガス管

- 4 極低温膨張機  
5 シリンダ  
7 モータハウジング  
9 高圧ガス通路  
10 低圧ガス通路  
14 電圧検出器  
15 モータ駆動制御装置  
20 切換弁装置  
21 弁体  
21a 高圧側受圧面  
21b 低圧側受圧面  
22 モータ  
81 注排通路

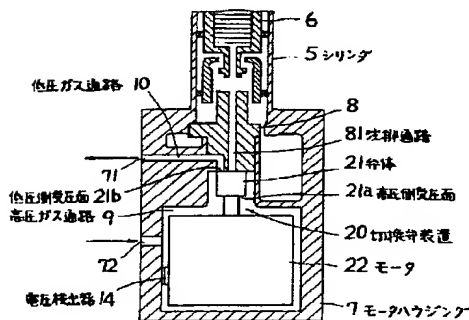
【図1】



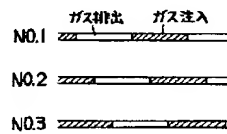
【図3】



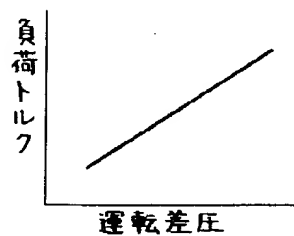
【図2】



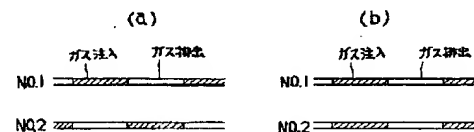
【図5】



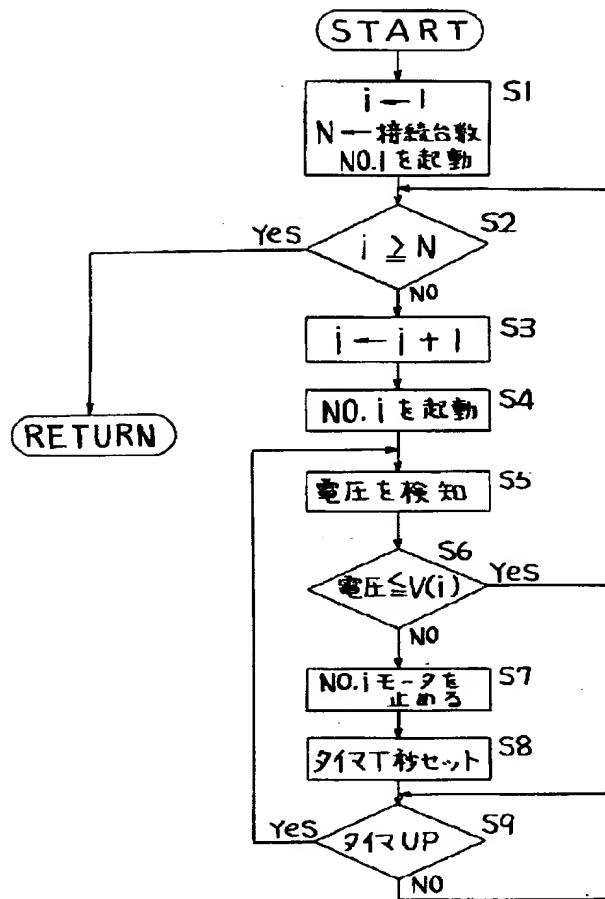
【図6】



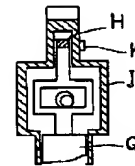
【図10】



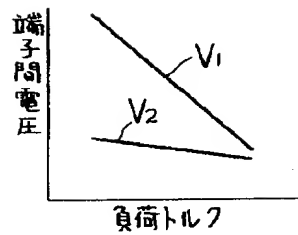
【図4】



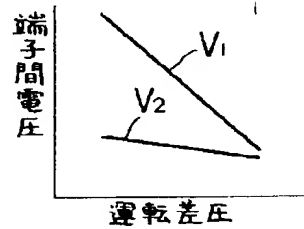
【図12】



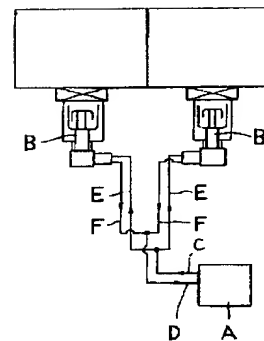
【図7】



【図8】



【図11】





【図9】

